

УДК 502.3:504.5

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.1.7>

## АНАЛІЗ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В МІСТІ КИЄВІ

Сагайдак Д.А., Боголюбов В.М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 15, 03041, м. Київ  
denik04@ukr.net, volbog@ukr.net

У статті висвітлюється результати аналізу державної, муніципальної і громадської мереж моніторингу атмосферного повітря в місті Києві. Проаналізовано структуру, область покриття, типи сенсорів, методи збору первинної інформації, алгоритми обробки та представлення даних на різних платформах відображення стану атмосферного повітря в он-лайн форматі. Наведено порівняльний аналіз ефективності державної, муніципальної і громадської систем моніторингу атмосферного повітря з точки зору точності, достовірності, швидкості збору і аналізу даних, їх інформативності та доступності для громадськості.

В роботі розглянуто нову систему моніторингу атмосферного повітря в місті Києві, створену Департаментом захисту довкілля та адаптації до зміни клімату Київської міської державної адміністрації на базі 7 референтних та 46 індикативних автоматичних станцій. Особливу увагу звернули увагу на порівняльний аналіз муніципальної системи моніторингу атмосферного повітря з роботою державної стаціонарної мережі спостережень за станом атмосферного повітря в м. Києві. На основі отриманих результатів запропоновано рекомендації щодо оптимізації функціонування державної і муніципальної систем моніторингу атмосферного повітря в місті Києві. Для цього доцільно змінити програму роботи стаціонарних постів спостереження Центральної геофізичної обсерваторії у контексті збільшення частоти відбирання проб. Важливо також ліквідувати дублювання вимірюваних величин, зокрема, оксиди азоту, діоксид сірки і оксид вуглецю, які більш коректно вимірюються на автоматичних станціях. Такі зміни сприятимуть суттєвому покращенню ефективності функціонування системи моніторингу атмосферного повітря в м. Києві.

Проведений аналіз різних мереж громадського моніторингу засвідчив про найбільшу функціональність платформи SaveEcoBot, на якій відображається інформація переважної більшості автоматичних станцій на території міста Києва.

*Ключові слова:* системи моніторингу, атмосферне повітря, пости, автоматичні станції, спостереження.

### Analysis of atmospheric air monitoring systems in the city of Kyiv. Sagaidak D., Bogoliubov V.

The article highlights the results of the analysis of state, municipal and public air monitoring networks in the city of Kyiv. The structure, coverage area, types of sensors, primary information collection methods, processing algorithms and data presentation on various platforms for displaying the state of atmospheric air in an online format were analyzed. A comparative analysis of the effectiveness of state, municipal, and public air monitoring systems is given in terms of accuracy, reliability, speed of data collection and analysis, their informativeness, and accessibility to the public.

The paper examines the new atmospheric air monitoring system in the city of Kyiv, created by the Department of Environmental Protection and Adaptation to Climate Change of the Kyiv City State Administration on the basis of 7 reference and 46 indicative automatic stations. Particular attention was paid to the comparative analysis of the municipal atmospheric air monitoring system with the work of the state stationary network of atmospheric air monitoring in the city of Kyiv. Based on the obtained results, recommendations are proposed to optimize the functioning of the state and municipal air monitoring systems in the city of Kyiv. For this purpose, it is expedient to change the work program of stationary observation posts of the Central Geophysical Observatory in the context of increasing the sampling frequency. It is also important to eliminate the duplication of measured values, in particular, nitrogen oxides, sulfur dioxide and carbon monoxide, which are more correctly measured at automatic stations. Such changes will significantly improve the effectiveness of the atmospheric air monitoring system in Kyiv.

The conducted analysis of various public monitoring networks testified to the greatest functionality of the SaveEcoBot platform, which displays the information of the vast majority of automatic stations on the territory of the city of Kyiv. *Key words:* monitoring systems, atmospheric air, posts, automatic stations, observation.

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день активно розробляються і впроваджуються незалежні регіональні центри і системи моніторингу довкілля у співпраці з Гідрометслужбою для розширення та уніфікації мережі постів спостережень [1]. У Києві, зусиллями Департаменту захисту довкілля та адаптації до зміни клімату Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації), вже створена і функціонує система моніторингу атмосферного повітря. За останні 2 роки було встановлено 7 референтних і 46 індикативних автоматичних станцій європей-

ського зразка [2]. Інші міста та обласні адміністрації також намагаються проводити самостійну політику в галузі моніторингу довкілля відповідно до положення про регіональні центри моніторингу довкілля [3].

Згідно із законом України про охорону навколишнього природного середовища у Києві функціонують 16 стаціонарних постів спостережень за станом атмосферного повітря, створених Центральною геофізичною обсерваторією (ЦГО) ім. Бориса Срезневського [4]. Проби повітря відбираються щоденно 4 рази на добу (о 1-й, 7-й, 13-й і 19-й години),

окрім неділі та святкових днів<sup>1</sup>. У 2020 р. відділом інформації про стан забруднення природного середовища ЦГО розроблено алгоритм надання *щотижневої* інформації про стан забруднення атмосферного повітря з мережі моніторингу до Міндовкілля України для розміщення на сайті міністерства.

Паралельно з державними та регіональними активно розвиваються системи моніторингу атмосферного повітря таких громадських організацій (ГО) як EcoCity, SaveDnipro, LUN misto та інші. Особливість діяльності цих ГО полягає ще й у тому, що вони надають можливість кожній особі чи підприємству придбати автоматичну станцію моніторингу, зареєструвати її на сайті і отримувати інформацію з інших аналогічних станцій. Станції практично всіх цих мереж (окрім станцій EcoCity) передають інформацію на платформу AirNet, яка створена командою засновників з Пекіну (КНР).

На сьогодні Українські мережі не дуже скоординовані між собою через розрізнене обладнання, неузгоджені методики збору та обробки даних, які часто не узгоджуються з Міндовкілля і це ускладнює використання таких даних на національному рівні [5].

Згідно зі звітом міжнародних експертів модернізацію системи моніторингу атмосферного повітря рекомендується здійснювати поетапно. На першому етапі, в рамках пілотного проєкту, рекомендується розпочати роботу з вимірювань вибраних пріоритетних забруднюючих речовин у різних типах територій залежно від пріоритетного джерела забруднення (фон міста, дорожній рух, промисловість). Однією з причин для застосування поетапного підходу відповідно до звіту є створення умов для ознайомлення персоналу суб'єктів моніторингу з новими методиками та технологіями вимірювання, а також набуття навичок, необхідних для роботи з автоматизованими пунктами спостережень, започаткування процедур забезпечення та контролю якості даних у новостворених мережах спостережень.

**Актуальність досліджень.** Моніторинг довкілля, зокрема, моніторинг атмосферного повітря, передбачає чотири основні блоки дій – спостереження (отримання інформації про стан довкілля), аналіз отриманої інформації, прогнозування можливих змін і наукове обґрунтування управлінських дій, щодо збереження якісного стану довкілля. У Києві за останні роки сформувалась досить розгалужена мережа станцій і постів спостереження за станом атмосферного повітря, яка багато в чому відповідає європейським стандартам (директивам). Постановою КМУ № 827 встановлено новий порядок державного моніторингу стану атмосферного повітря, згідно з яким, необхідно надавати «інфор-

мацію про концентрації в атмосферному повітрі діоксиду сірки, діоксиду азоту, твердих часток (ТЧ<sub>10</sub>, ТЧ<sub>2,5</sub>), озону і оксиду вуглецю – щодня, а за можливості – щогодини» [6].

Актуальною залишається проблема оптимізації процесів оцінювання отриманої інформації, прогнозування можливих змін стану атмосферного повітря і розробка алгоритмів наукової підтримки відповідних управлінських рішень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми розвитку і вдосконалення систем моніторингу стану атмосферного повітря розглянуті в роботах багатьох авторських колективів [2, 3, 5]. Питання оцінювання якості атмосферного повітря в Україні під час воєнних дій розглянуті в роботах [8, 10, 11]. Законодавчому врегулюванню технічних і організаційних питань формування системи моніторингу за станом атмосферного повітря присвячені постанови Мінприроди [1] і КМУ [6]. У дослідженнях [16, 17] зроблені спроби створення системи підтримки управлінських екологічних рішень у галузі екологічної безпеки шляхом розробки інформаційно-аналітичної системи оцінювання стану атмосферного повітря.

Проведений аналіз свідчить, що недостатньо вирішені питання модернізації системи моніторингу стану атмосферного повітря як у контексті оптимізації структури самої системи, так і стосовно формування наукової підтримки управлінських рішень.

**Новизна.** Запропоновані зміни до програми роботи стаціонарних постів спостереження ЦГО у контексті зменшення дублювання вимірюваних величин (оксиди азоту, діоксид сірки, пил), збільшення частоти відбирання проб і автоматизації процесу вимірювань забезпечить виконання Постанови КМУ від 14.08.2019 р. № 827 [6]. Такі заходи сприятимуть суттєвому покращенню ефективності функціонування системи моніторингу атмосферного повітря в м. Києві і забезпечить наукову підтримку прийняття управлінських рішень щодо збереження якості довкілля

**Результати досліджень.** Актуальна інформація про стан атмосферного повітря в м. Києві щодня визначається **Центральною геофізичною обсерваторією** імені Бориса Срезневського (ЦГО) і щомісяця викладається на сайті <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/uk/> [7]. За процес визначення рівнів забруднення атмосферного повітря у м. Києві в ЦГО відповідає відділ інформації про стан забруднення природного середовища, лабораторії якого 4 рази на добу відбирають проби повітря на 16 стаціонарних постах (рис. 1). Інформація з кожного поста спостережень щодня оновлюється на сайті [8].

Окрім муніципальних і державних постів в м. Києві є мережі автоматичних станцій моніторингу атмосферного повітря, встановлені різними організаціями і просто мешканцями міста, незалеж-

<sup>1</sup> На постах відбирають і аналізують 20 домішок (пил, діоксид сірки, сульфати, оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азоту, сірководень, фенол, формальдегід, аміак, хлористий водень, фтористий водень, важкі метали).

ними проектами та органами місцевого самоврядування. Станції розроблені і обслуговуються такими громадськими організаціями (ГО), як Eco City, SaveDnipro, ЛУН Місто, luftdaten.info, AirVisual, AirPol та іншими. Всі ці платформи мають свої переваги та недоліки, аналіз яких наведено нижче.

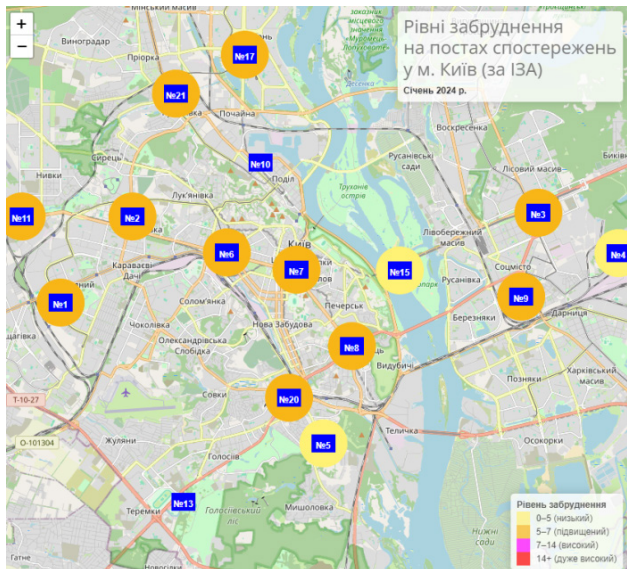


Рис. 1. Мережа спостережень ЦГО

ГО EcoCity створила мережу автоматичних станцій моніторингу якості повітря та власну платформу для громадського моніторингу. Мережа станцій створена командою фахівців з Івано-Франківська, основним завданням якої було забезпечення доступності дітей навчатися автоматизації за допомогою пристроїв Arduino та надання можливості любому мешканцю спостерігати за станом атмосферного повітря у себе в місті. Також команда EcoCity є розробниками мобільних станцій типу AirFreshMax, Sapphire-32 тощо. Команда ГО EcoCity забезпечує можливість будь-якій людині придбати або зібрати станцію-газоаналізатор та підключитись до мережі станцій EcoCity (рис. 2). Кожен мешканець міста чи села в Україні, який має доступ до Internet може отримати таку станцію моніторингу від програми «Чисте повітря для України» [9].

На сьогодні ця платформа є найбільшою (за кількістю станцій) мережею громадського моніторингу якості повітря в Україні. Переваги платформи полягають у простоті використання та доступності кожному, хто виявить бажання долучитися до процесу моніторингу повітря. Команда EcoCity надає можливість кожному власнику станції мати доступ до архіву бази даних у зручному для аналізу форматі з використанням Українського індексу якості повітря (UA AQI), розробленого міжнародною командою програми «Чисте повітря для України» [10]. Він відрізняється від загальноприйнятого Європейського індексу якості повітря і автори вважають його більш

приспосованим для поширених в Україні забруднювальних речовин.

Платформа EcoCity має і свої недоліки: ускладнено можливість графічної ілюстрації змін якості атмосферного повітря протягом доби – діаграма не активована; платформа не забезпечує аналіз рівня точності кожного з сенсорів станції-аналізатора повітря; відсутня стандартизована система чисельної оцінки індексу якості атмосферного повітря для кожної станції; відсутня координація на діаграмах з допустимими рівнями забруднень (ГДК, ГДН тощо); Окремо можна виділити проблеми із тим, що більшість людей, придбавши таку станцію, не обслуговують її. Через це отримані данні часто не відповідають дійсності, оскільки вимірювальні пристрої потрібно повірять та контролювати хоча б на рівні розробника і власника платформи з моніторингу стану атмосферного повітря.

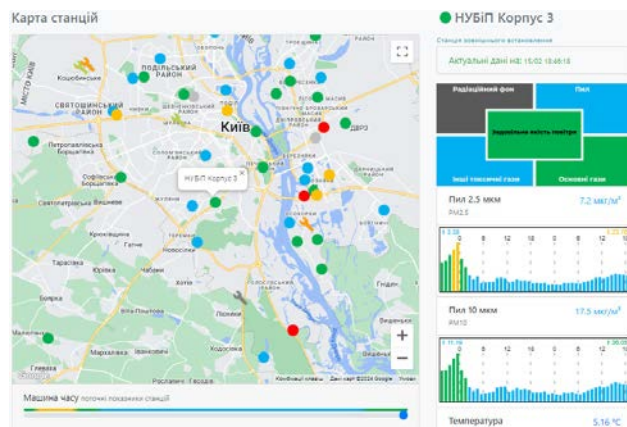


Рис. 2. Головна сторінка мапи станцій EcoCity (в м. Києві)

**Платформа SaveEcoBot з автоматичними станціями.** Громадська організація SaveDnipro є об'єднанням фахівців з м. Дніпро, яка створена з метою забезпечення тотального моніторингу якості повітря та цифровізації екологічних даних за допомогою створеного екологічного чат-боту SaveEcoBot. Мережа станцій SaveEcoBot включає близько 400 станцій моніторингу якості повітря, зокрема і щодо впливу дрібнодисперсного пилу на здоров'я населення за допомогою Індексу якості повітря (AQI).

Фахівці ГО Save Dnipro виконали аналіз даних з 16 стаціонарних постів спостережень Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського (ЦГО) у м. Києві [11]. Дані, отримані від ЦГО у табличному форматі були перетворені фахівцями ГО Save Dnipro у графічну форму свідчать про 2–3 разове перевищення ГДК по діоксиду азоту протягом перших 9 місяців 2023 року (рис. 3 а). Нами були проаналізовані дані станції КМДА на вул. Харківське шосе 7/1 за березень 2023 року (рис. 3 б).

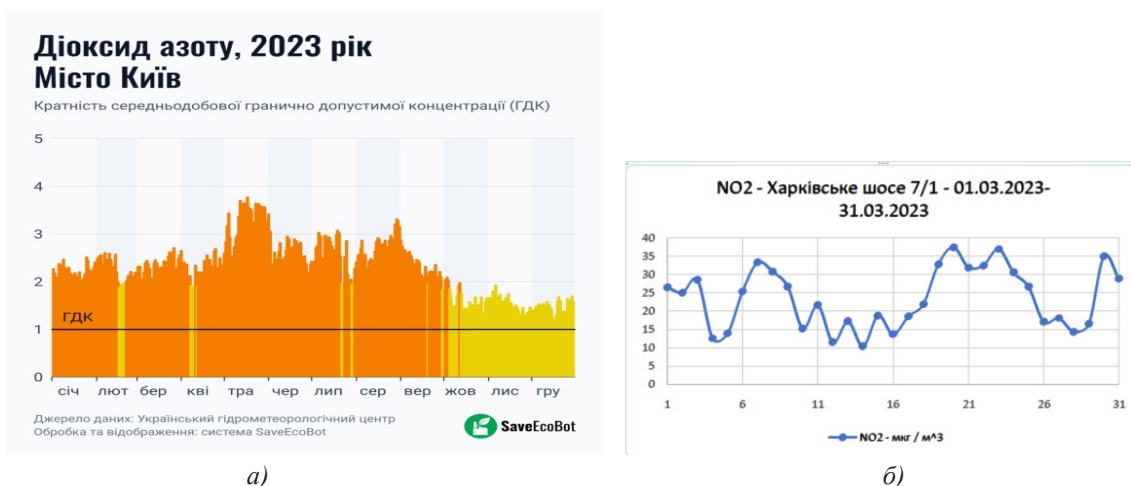


Рис. 3. Середньодобові концентрації діоксиду азоту в м. Києві за даними стаціонарних постів спостережень ЦГО (а) і КМДА (б)

Порівняння даних ЦГО, опрацьованих SaveEcoBot і даних автоматичної станції КМДА свідчить про те, що існуюча в м. Києві державна система моніторингу атмосферного повітря є технічно застарілою і не дозволяє отримувати актуальну інформацію (зокрема, про забруднення О<sub>3</sub>, ТЧ<sub>2.5</sub>, ТЧ<sub>10</sub>) та забезпечувати органи державної влади та громадськість необхідною і своєчасною інформацією про якість атмосферного повітря. Треба зауважити, що стаціонарні пости ЦГО дають результати високої точності, але вимірювання здійснюються тільки 4 рази на добу з інтервалом у 8 годин, тому достовірність середньодобових даних викликає певні сумніви, про що свідчать дані автоматичних станцій КМДА з щохвилинним усередненням [12].

ГО ЛУН Місто AIR створена командою факультету радіофізики, електроніки і комп'ютерних систем КНУ ім. Тараса Шевченка. Громадська мережа станцій ЛУН Місто формується з 2018 року у 12 містах України. Станції ЛУН Місто вимірюють ТЧ<sub>1</sub>, ТЧ<sub>2.5</sub>, ТЧ<sub>10</sub>, температуру, вологість і атмосферний тиск

(рис. 4). Інформація з цих станцій передається real-time на карту [misto.lun.ua/air](http://misto.lun.ua/air) та на інших сервісах [13]. З лютого 2024 року платформа SaveEcoBot поєднує на своїй мапі окрім своїх станцій, ще й станції ЛУН місто і 53 високоточних станції КМДА.

Для комфортного доступу до показників якості повітря, у будь-який час, та в будь-якому місці LUN Misto AIR створило застосунок який можна завантажити на популярні платформи та переглядати стан повітря з гаджетів в режимі реального часу та повідомляє про концентрацію шкідливого дрібного пилу за вашим вікном. Цей віджет доступний для мешканців Києва, Львова та кількох інших міст. Характеристики LUN Misto AIR: дані в реальному часі; показники актуальні для вашого місця розташування; точність станції калібруються в лабораторії.

**Всесвітня мережа AirNet** проекту World Air Index (Всесвітнього індексу якості повітря – Air Quality Index, China) має сайт з адресою <https://aqicn.org/station/> (рис. 5) [10]. Платформа AirNet використовує мережу станцій типу GAIA (China) з лазерні сенсорами для вимірювання в реальному часі забруднення твердими частинками ТЧ<sub>2.5</sub> і ТЧ<sub>10</sub> [11]. Ці дані надходять в онлайн-платформу, де вони обробляються та відображаються у зручному для користувачів форматі.

Система моніторингу AirNet має глобальне покриття і охоплює багато міст та регіонів по всьому світу, включаючи міста України. Інтерфейс мережі AirNet є легким у використанні та доступним для громадськості через веб-сайт та мобільні додатки. Загалом, система моніторингу мережі AirNet є важливим і зручним інструментом для відстеження якості повітря у більшості регіонів світу, зокрема, й у місті Києві (рис. 6). На платформі Airnet в Україні працюють автоматичні станції ГО Save Dnipro, LUN misto, luftdaten.info, AirVisual та інші.

Індекс якості повітря AQI (Air Quality Index, розроблений Агенцією з охорони навколишнього

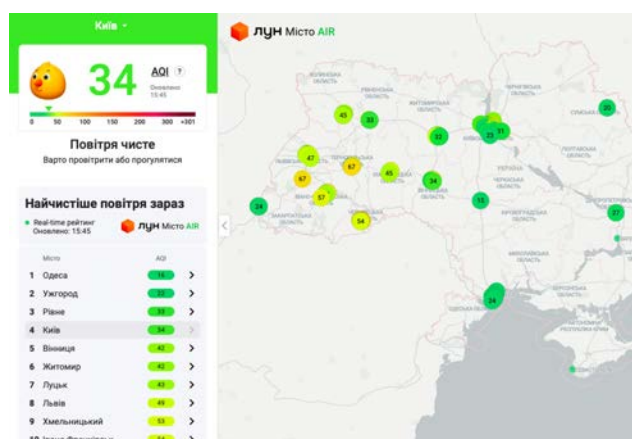


Рис. 4. Головна сторінка мапи якості повітря ЛУН Місто AIR

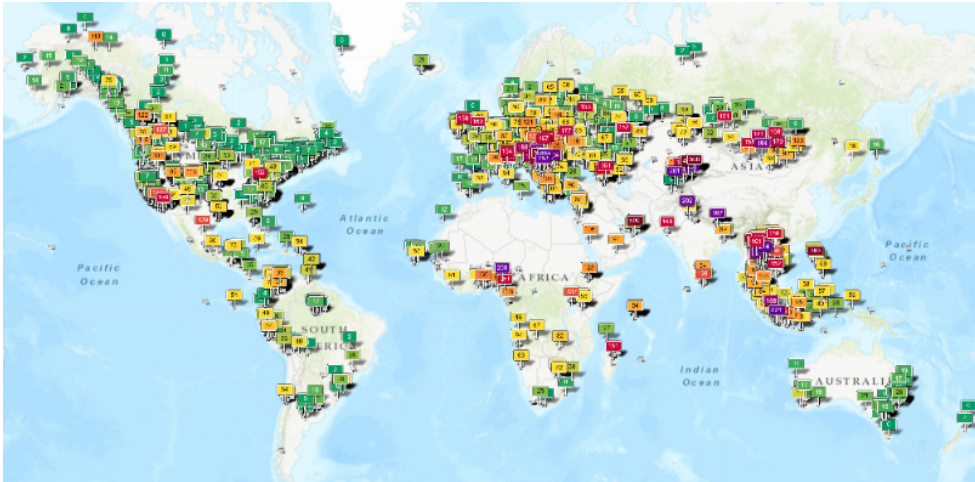


Рис. 5. Всесвітня мережа станцій AirNet

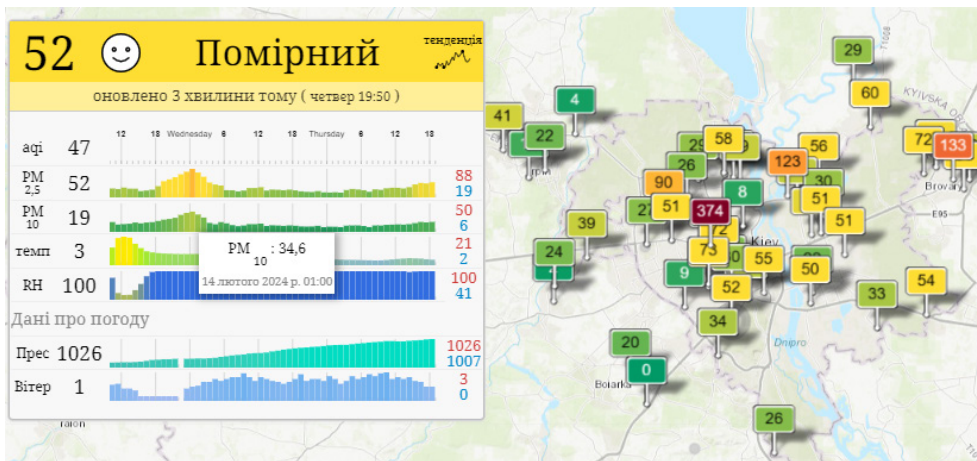


Рис. 6. Мережа AirNet з станціями Save Dnipro в м. Києві

середовища США (US EPA), який використовується у більшості країн світу при моніторингу якості атмосферного повітря. AQI – це числовий індекс, що використовується для оцінки рівня забруднення повітря в конкретній місцевості, який представляється шкалою від 0 до 500, де більші значення вказують на більш серйозне забруднення.

При обчисленні індексу AQI використовують інформацію про концентрації різних полутантів, таких як дрібнодисперсний пил (ТЧ2.5, ТЧ10), NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> та інші. Нижче наведено типову класифікацію AQI:

- 0-50: Якість повітря вважається *задовільною*; рівень забруднення низький або відсутній – колір індексації зелений.

- 51-100: Якість повітря *прийнятна* (помірна); деякі забруднення можуть бути відчутними для невеликої групи людей, дуже чутливих до таких забруднень - колір індексації жовтий.

- 101-150: Якість повітря вважається *поганою* (нездоровою для чутливих груп населення); забруднення може впливати на здоров'я осіб з особливою

чутливістю до забруднення повітря - колір індексації помаранчевий.

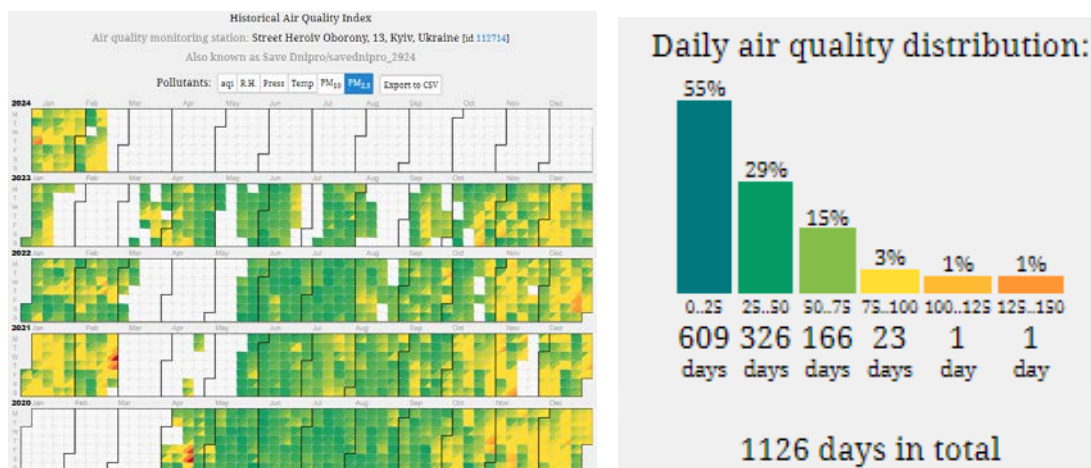
- 151-200: Якість повітря вважається *нездоровою* (дуже поганою); кожна людина може відчути вплив на здоров'я, а для чутливих груп можуть бути важкі наслідки – колір індексації червоний.

- 201-300: Якість повітря вважається *надзвичайною поганою*; можуть виникати серйозні ефекти на здоров'я, особливо для дітей та людей з хворобами, велика ймовірність небезпеки для всього населення – колір індексації фіолетовий.

- 300+: Якість повітря вважається *небезпечною*; всім особам рекомендується утриматися від будь-якої активності на відкритому повітрі – колір індексації коричневий.

Цей індекс дозволяє людям легко оцінити якість повітря та приймати відповідні заходи для захисту свого здоров'я.

Переваги платформи AirNet полягають як у простоті використання, так і у очевидності графічної ілюстрації концентрацій забруднювальних речовин з активними стовпчиками діаграм (на рис. 6 о 1.00



а) б)  
Рис. 7. Ретроспективні данні по станції на вул. Героїв Оборони, 13  
а) база даних за 5 років; б) добовий розподіл якості повітря



а) б)  
Рис. 8. Референтні станції КМДА  
а) станції на мапі Києва із показниками; б) загальний вигляд станції

ночі –  $PM_{10}=54,6$   $\mu\text{кг}/\text{м}^3$ ). Більше того, платформа AirNet забезпечує аналіз рівня точності кожного з сенсорів станції-аналізатора повітря, забезпечує постійне оновлення індексу якості повітря у цифровому вигляді, а також зберігає середньодобові дані з кожного сенсора за останні декілька років (рис. 7). Цей функціонал також забезпечує визначення розподілу в часі якості повітря протягом всього періоду спостережень (рис. 7,б).

Якщо розглянути станцію id 112714<sup>2</sup>, то за 5 років спостережень вона працювала 1126 днів, з них 84 % якість атмосферного повітря на вул. Героїв Оборони, 13 була прийнятною і лише 5% часу повітря було нездоровим для чутливих груп населення.

Варто зауважити, що платформа SaveEcoBot, не включає притаманні системі AirNet, сервіси щодо аналізу якості даних сенсорів та історичних даних про якість повітря.

**Автоматичні пости і станції КМДА.** Починаючи з 2021 року, Управління екології та природних ресур-

сів КМДА у співпраці з Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України розпочали встановлювати сучасне, сертифіковане обладнання, яке відповідає кращим європейським стандартам, зокрема, директивам ЄС та рекомендаціям ВООЗ. На сьогодні в м. Києві встановлено 7 референтних автоматичних постів моніторингу атмосферного повітря у вигляді малих архітектурних форм (рис. 8) [12].

Пости оснащені сучасними аналізаторами для визначення концентрації в атмосферному повітрі таких шкідливих речовин як дрібнодисперсний пил фракцій 2,5 та 10  $\mu\text{м}$  ( $PM_{2.5}$  та  $PM_{10}$ ), діоксид азоту ( $NO_2$ ), діоксид сірки ( $SO_2$ ), оксид вуглецю ( $CO$ ), приземний озон ( $O_3$ ), а на деяких постах – сірководень, бензол і формальдегід. За показниками якості атмосферного повітря з цих постів можна слідкувати у режимі реального часу на онлайн-мапі (на сайті [asm.kyivcity.gov.ua](http://asm.kyivcity.gov.ua)), де на кожній станції можна відобразити графіки щомісячних, тижневих, добових і погодинних змін кожного з показників, а також і зміни комплексного індексу якості повітря (CAQI). Але на цих графіках не відображені ні гра-

<sup>2</sup> Станція НУБіПУ в м. Києві по вул. Героїв Оборони, 13, працює з 2020 року.

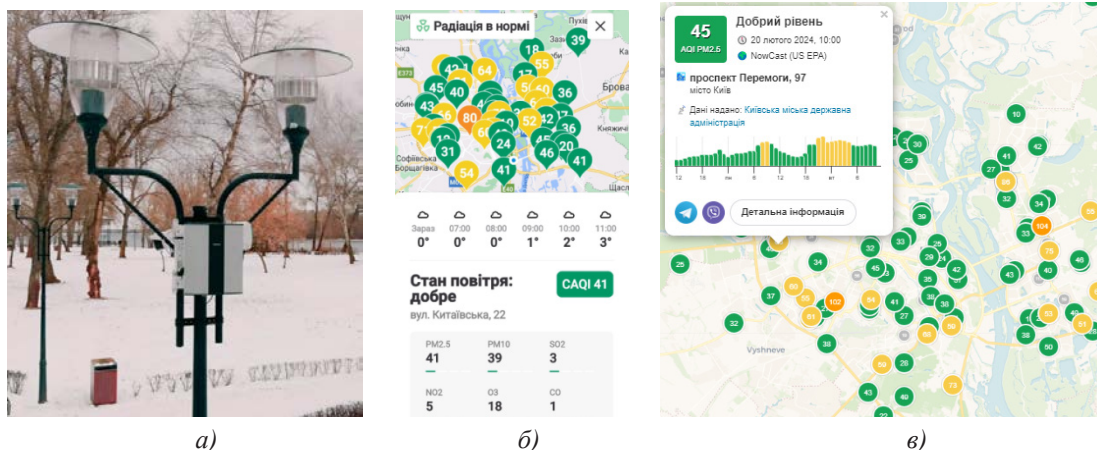


Рис. 9. Індикативні станції КМДА  
а) загальний вигляд станції; б) у додатку «Київ цифровий»; в) SaveEcoBot

нично допустимі концентрації, ні допустимі рівні забруднень, що дещо знижує їх інформативність для громадськості.

Розташування стаціонарних постів спостереження обумовлене попередніми аналітичними дослідженнями найбільш забруднених місць Києва, проведених Управлінням екології та природних ресурсів КМДА. Муніципальна система моніторингу атмосферного повітря у Києві окрім референтних станцій за останні 2 роки доповнена мережею із 46 індикативних автоматичних станцій, представлених у мобільному додатку Київ-Цифровий, а останнім часом і на платформі SaveEcoBot (рис. 9).

Ці станції використовують більш дешеві сенсори, мають дещо нижчий рівень точності, але також сертифіковані і дають достовірні результати. Додаток «Київ цифровий» має зручний інтерфейс представлення даних по кожному із вимірюваних параметрів. Модернізацію системи моніторингу атмосферного повітря в Києві, як і лабораторій ЦГО з аналізу атмосферного повітря потрібно розпочинати паралельно з створенням мережі автоматичних станцій і постів спостережень, на яких здійснюватиметься безперервний відбір проб повітря з подальшим їх автоматичним аналізом [18].

#### Висновки

1. Для виконання Постанови КМУ від 14.08.2019 р. № 827 доцільно, на наш погляд, змінити програму роботи стаціонарних постів спостереження ЦГО у контексті збільшення частоти відбирання проб, автоматизації процесу вимірювань і зменшення

дублювання вимірюваних величин, зокрема, оксиди азоту, діоксид сірки і оксид вуглецю більш коректно вимірюються на автоматичних станціях. Зміни програми роботи стаціонарних постів спостереження ЦГО сприятиме суттєвому покращенню ефективності функціонування системи моніторингу атмосферного повітря в м. Києві.

2. Роль громадської мережі спостережень останніми роками стала дещо меншою, хоча за рахунок значно більшої кількості громадських автоматичних станцій, вони і досі важливі. Аналіз різних платформ громадського моніторингу свідчить про найбільшу функціональність платформи SaveEcoBot, на якій відображається інформація всіх станцій на території міста Києва – муніципальних станцій КМДА, ЛУН місто, SaveDnipro, Airly, AirVisual, luftdaten.info (окрім станцій EcoCity та постів ЦГО). З метою розширення доступу громадськості до інформації, зокрема, ретроспективної, про стан атмосферного повітря можна рекомендувати КМДА і ЦГО підключитись до платформи AirNet, яка забезпечує додаткові сервіси щодо аналізу якості даних сенсорів та ретроспективних даних про якість повітря.

3. Для забезпечення можливості формування наукової підтримки управлінських рішень щодо збереження якості атмосферного повітря необхідно розробити алгоритм функціонування системи моніторингу стану атмосферного повітря відповідно до встановлених Постановою КМУ від 14.08.2019 р. № 827 порогів оцінювання і граничних величин забруднювальних речовин.

#### Література

1. Примірне положення про регіональні центри моніторингу довкілля: URL <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Prumime-polozhennya-regionalni-tsentry-pdf-3.pdf>.
2. Найбільша в Україні автоматична система моніторингу якості повітря працює в Києві / Звіт КМДА про роботу за 2021-2022 рік. <https://www.ukrinform.ua/rubric-kyiv/3698933-najbilsa-v-ukraini-avtomatichna-sistema-monitoringu-akosti-povitra-pracue-u-kievi.html>
3. За інформацією Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря зони «Київська» на 2021-2025 роки. URL <https://koda.gov.ua/wp-content/uploads/2022/02/Projekt-rishennya-pro-zatverdzhennya-Programii-derzh-monitoringu-atmosferi-12-2021-3.docx>.

4. Лабораторія спостережень за станом атмосферного повітря (ЛСЗА ЦГО). URL <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/zabrudnennia/pro-narpiatok/17-monitorinh-stanu-dovkillia/195-lsza>
5. Бабій В.В. Аналіз систем моніторингу якості повітря у місті Києві. Політ. Сучасні проблеми науки : тези доповідей XXI Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених. – Національний авіаційний університет. Київ, 2021. С. 82-83.
6. Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, затверджений Постановою КМУ від 14 серпня 2019 року № 827, URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-p#Text>
7. Центральна геофізична обсерваторія ім. Бориса Срезневського. <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/>.
8. Спостереження за забрудненням атмосферного повітря в м.Києві. URL <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/khimichne-zabrudnennia/sposterezhenia-za-zabrudnenniam-atmosfernoho-povitria-v-mkyievi/>.
9. Чисте повітря для України. Встанови свою станцію. URL <https://cleanair.org.ua/vstanovy-sviy-sensor/>.
10. Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку / під заг. ред. М. Л. Сорока. Прага - Івано-Франківськ: Arnika, 2022. 58 с. URL <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2022/12/cleanair.org.ua-radiation-and-smog-alarm-uaqi-radiation-and-smog-alarm-2022-1.pdf>.
11. Скок А., Хрутьба В., Хлобистов С. Якість атмосферного повітря в Україні до і під час повномасштабного вторгнення. Київ, 2023. 67 с. URL. [https://www.savednipro.org/wp-content/uploads/2023/10/zvit\\_doslidzhennya\\_101723.pdf](https://www.savednipro.org/wp-content/uploads/2023/10/zvit_doslidzhennya_101723.pdf).
12. Стан повітря в Києві у 2023 році: переважно більшість часу рівень забрудненості повітря був низьким або дуже низьким / Матеріали круглого столу КМДА 14 лютого 2024 року. [https://kyivcity.gov.ua/news/stan\\_povitrya\\_v\\_kyievi\\_u\\_2023\\_rotsi\\_perevazhnu\\_bilshist\\_chasu\\_riven\\_zabrudnenosti\\_povitrya\\_buv\\_nizkim\\_abo\\_duzhe\\_nizkim](https://kyivcity.gov.ua/news/stan_povitrya_v_kyievi_u_2023_rotsi_perevazhnu_bilshist_chasu_riven_zabrudnenosti_povitrya_buv_nizkim_abo_duzhe_nizkim)
13. Громадський моніторинг якості повітря ЛУН Місто AIR. [https://fileview.fwdcdn.com/?url=https://mail.ukr.net/api/public/file\\_view/list%3Ftoken%3DCuin9oO\\_BWA-gIrgHpGIESwUi-B-0WFhsLtnr1RbmXNWGCirpaTNQlgzGalvXw8Xboay-e\\_Y9NPXQcifDBmcWKdX04QYVyuWQQ:VRSQQpXHtKyUVVQB%26r%3D1708202815325&default\\_mode=view&lang=uk#start=2](https://fileview.fwdcdn.com/?url=https://mail.ukr.net/api/public/file_view/list%3Ftoken%3DCuin9oO_BWA-gIrgHpGIESwUi-B-0WFhsLtnr1RbmXNWGCirpaTNQlgzGalvXw8Xboay-e_Y9NPXQcifDBmcWKdX04QYVyuWQQ:VRSQQpXHtKyUVVQB%26r%3D1708202815325&default_mode=view&lang=uk#start=2).
14. Світове забруднення повітря: індекс якості повітря в реальному часі. <https://waqi.info/> .
15. Монітори якості повітря Gaia - серія продуктів <https://aqicn.org/gaia/>.
16. Бондар О.І., Машков О.А., Міхєєв В.С. Системний підхід щодо створення системи підтримки екологічних рішень для забезпечення екологічної безпеки держави. Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: ДЕА, 2020. № 3(30), 2020, с. 30–38.
17. Боголюбов В.М., Голуб Б.Л. Інформаційно-аналітична система оцінювання стану атмосферного повітря / Сталій розвиток – XXI століття. Дискусії 2021: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції / Національний університет «Києво-Могилянська академія» / за ред. проф. Хлобистова Є.В. – Київ, 2021. – 527 с. С. 235-246.
18. Модернізація системи моніторингу повітря в Україні: Міндовкілля та Фінський метеорологічний інститут визначають напрямки співпраці та обсяги технічної допомоги. <https://mepr.gov.ua/modernizatsiya-systemy-monitoringyu-povitrya-v-ukrayini-mindovkillia-ta-finskyj-meteorologichnyj-institut-vyznachayut-napryamky-spivpratsi-ta-obsyagy-tehnichnoyi-dopomogy/>.